Aus der I. Medizinischen Universitäts-Klinik Hamburg.
(Direktor: Prof. Dr. H. H. Berg).

Respiratorische Arrhythmie und Blutdruckschwankungen bei Ruhe- und Stenoseatmung.

Dissertation

zur Erlangung der
Medizinischen Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der
Hansischen Universität in Hamburg

vorgelegt von

Wolfgang Wahl
aus Frankfurt a .M.

HAMBURG 1937

H. Schimkus, Hamburg 36, Gänsemarkt 35

1.Berichterstatter: Prof. Dr. Anthony

2.Berichterstatter: Prof. Dr. H.H. Berg

Dekan : Prof. Dr. Keeser

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Hamburg.

Bei einer Versuchsreihe über Schlag- und Minuten - volumen des Herzens am Ende der Schwangerschaft und nach der Entbindung (Anthony und Hansen) nach der physikalischen Methode von Brömser und Ranke waren uns bei Blutdruckkontrollen, die unter möglichster Vermeidung von Fehlerquellen (Loos, Beziehungen zwischen Pulswellengeschwindigkeit und Blutdruck) nach Riva-Rocci ausgeführt wurden, die innerhalb kurzer Zeit bei demselben Patienten gefundenen, variablen Blutdruckwerte aufgefallen.

Auf Veranlassung von Herrn Prof. Anthony, Hamburg, sollten durch die vorliegenden Versuche nähere Beziehungen zwischen Blutdruck und Atmung geklärt werden.

Einzeluntersuchungen in dieser Richtung waren schon früher angestellt worden. So hat Klüver festgestellt, daß die Pulszeiten der respiratorischen Arrhythmie von der Mitte des Inspiriums bis in den Beginn des Exspiriums grösser werden, um sich erst in der zweiten Hälfte des Exspiriums wieder zu verkleinern, ferner, daß sich die respiratorische Arrhythmie bei Tiefatmung verstärkt.

Hengstmann (Abhängigkeit der Herzfrequenz von intrapulmonalen Druckschwankungen) findet ähnliche Ergebnisse. Bei ihm liegt auch das Maximum der Pulszeiten in 14 von 19 Fällen im Inspirium. Weiterhin stellt er in langdauernden Stenoseatmungsversuchen fest, daß die Herz - frequenz von intrapulmonalen Druckschwankungen weitgehendst unabhängig ist.

Herbst (Verhdlg.dtsch.Ges.f.Kreislauff.1935) zeigt, daß der Blutdruck, der von der Atmung abhängige Schwankungen aufweist, sein Maximum zu Beginn der Einatmung erreicht. H. bringt diese Veränderungen in direkten Zusammenhang mit intrapulmonalen Druckänderungen bei der Atmung und Rückstauung bzw. Ansaugen des Blutes in den großen Körpervenen. Bei längerer Stenoseatmung hat er eine Vergrößerung der Blutdruckwerte erhalten.

Aufbauend auf diese einzelnen Ergebnisse wollten wir nähere Beziehungen zwischen respiratorischer Arrhythmie und Blutdruckschwankungen erforschen.

Methode.

Um vergleichende Betrachtungen anstellen zu können, war es erforderlich fortlaufend Blutdruck, Atmung und Herztätigkeit zu registrieren. Wir bedienten uns einer

Apparatur mit Frank'schen Kapseln. Die Atmung der Versuchsperson wurde mit dem Knipping'schen Apparat, dessen Ausschläge durch Hebelübertragung auf Spiegel optisch dargestellt wurden, mittels eines Kymographions geschrieben. Um quantitative Werte einer Stenoseatmung, die durch verstellbare Kompression eines Gummirohres dicht vordem Mundstück des Knipping'schen Apparates erreicht wurde, zu erhalten, wurde am Mundstück des Apparates ein Seitenschluß angebracht, der in eine Recklinghausen ' sche Druckkapsel mündete. Die linearen Ausschläge dieser Kapsel wurden nach mm/Hg geeicht und ebenfalls auf das Kymographion übertragen. Der Herzspitzenstoß bzw. ein Arterienpuls wurde nach Frank mittels Luftübertragung auf eine mit Spiegel versehene Gummimembran optisch auf ein Kymographion geschrieben. Elektrokardiographische Aufnahmen mit dem kleinen Siemensapparat wurden gleichzeitig so angestellt, daß ihr Beginn auf der gewonnenen Kurve markiert wurde und so eine nachträgliche Synchronisierung gestattete.

Größere Schwierigkeiten bereitete die fortlaufende Blutdruckschreibung. Einzelmessungen des Blutdruckes nach den gewöhnlichen klinischen Methoden (Riva - Rocci, Korotkow) kamen für unsere Versuche nicht in Frage. Die von Recklinghausen angegebene Methode, in der mehrere aufeinander folgende Pulsschläge bei verschiedenem Manschettendruck gemessen und nachträglich zu Pulsbildern mit getreuer Amplitude rekonstruiert werden (Neue Wege der Blutdruckmessung, Berlin 1931), erschien uns für unsere Zwecke nicht dienlich.

Die wohl sicherste und die besten Ergebnisse bringende Messung durch Arterienpunktion konnten wir aus naheliegenden Gründen bei unseren Patienten nicht durchführen.

Nach einigen oszillographischen Vorversuchen , die zwar sehr schöne Kurven aber keine für uns verwertbaren Ergebnisse brachten, haben wir uns der von v. Bonsdorff (Z.f.exp.Med.Bd.86,1-2) angegebenen unblutigen Registrierung absoluter Sphygmogramme bedient.

Ueber die Methode sei kurz das Folgende gesagt. Ihr liegt der Gedanke der entspannten Arterie des Marey'schen Prinzipes zu Grunde. Ein Finger wird in einen Glaskoben, der mit einem Brömser'schen Glasplattenmanometer in Verbindung steht, eingekittet. Von außen wird in diesem völlig starren System durch Zufuhr von zimmerwarmem, ab-

gekochtem Wasser ein Ueberdruck geschaffen, der bei einer bestimmten Höhe gleich dem diastolischen Innendruck der Fingerarterie ist. Sobald dieser Punkt erreicht ist, wird sich der Blutdruck, der als Seitendruck des arcus volaris angesehen wird, voll auf das umgebende, praktisch nicht kompimierbare Wasser und, da es sich um ein völlig starres System handelt, voll auf das Manometer fortsetzen. Wir erhalten also absolute Blutdruckwerte in einer peripheren Arterie.

Praktisch ließ es sich in vielen unserer Versuche nicht durchführen diesen Punkt, für dessen Auffinden von B. verschiedene Kriterien angegeben worden sind, sicher zu erreichen. Wir haben es also im Folgenden mit Werten zu tun, die lediglich als Vergleichswerte dienen können, was aber bei der vorliegenden Arbeit nicht störend ins Gewicht fällt, da es uns nicht so sehr auf absolute als auf relative Werte ankommt.

Die Versuchsanordnung wurde folgendermaßen getroffen: 20 Männer wurden morgens nüchtern und noch in völliger Ruhe in liegender Stellung untersucht. Am rechten Mittelfinger wurde ein Fingerplethysmograph befestigt. Gleichzeitig wurde der Herzspitzenstoß bzw. ein Radialispuls, das Elektrokardiogramm und die Atemkurve aufgenommen. Zunächst wurden dann die einzelnen Messungen bei normaler Ruheatmung durchgeführt und gleichzeitig auf einem gemeinsamen Film mit einer eingebauten optischen Zeitschreibung registriert. Bei 13 Versuchspersonen wurde gleich anschließend dieselbe Registrierung, jedoch in Stenoseatmung mit einer weiteren optischen Registriermethode zur quantitativen Messung der Stenose, durchgeführt. Bei 6 Versuchspersonen wurden ferner die Verhältnisse während eines kurzen Valsalva'schen Versuches in tiefer Inspiration erforscht.

Abb.1. zeigt ein Beispiel der erhaltenen Kurven bei normaler Ruhe- und bei Stenoseatmung. Der Film läuft 7 mm/sec. Die obere Kurve zeigt den Radialispuls. Die zweite, dickere Kurve stellt den bei Stenoseatmung entstehenden intrapulmonalen Ueberdruck bei Exspiration, bzw. Unterdruck bei Inspiration dar. Die bei der gewöhnlichen Atmung auftretenden Druckdifferenzen werden nicht geschrieben, da das Manometer auf kleinste Schwankungen nicht reagiert. Die mittlere Kurve registriert die Atmung. Die beiden unteren Kurven zeigen die Ausschläge des Fingerplethysmographen und seine Null-Linie. Geringes

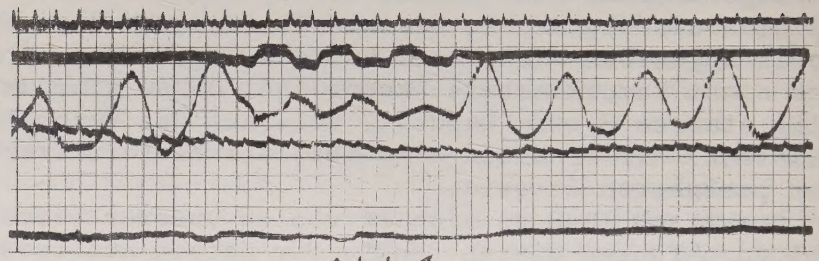

Abb. 1

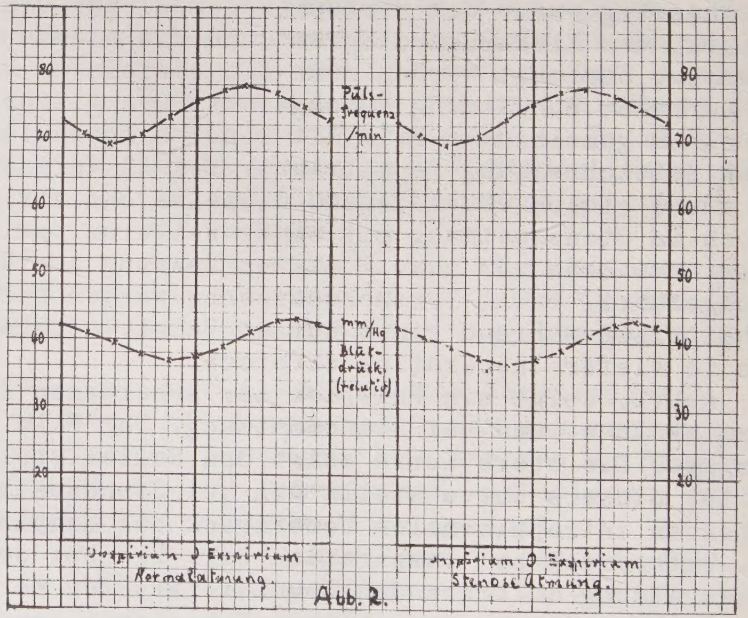
80
70
60
50
40
30
20
Puls-
frequenz
/min
mm/Hg
Blut-
druck
(relativ)
Inspirium ∂ Exspirium
Normalatmung.
Inspirium ∂ Exspirium
Stenosenatmung.

Abb. 2.

Wackeln des Patienten macht sich hier nicht störend bemerkbar, da durch Bewegen des Manometers in toto auch die Null-Linie mit verwackelt, die Ausschlaghöhe jedoch konstant bleibt. Sämtliche Versuchsinstrumente sindnach mm/Hg Druck bzw. ccm Vol. geeicht in besonderen Vorversuchen und mittel angefertigter Eichkurven ausgewertet.

Ergebnisse.

An Hand der erhaltenen Filme wurden die Atemfrequenz, das Volumen jeder Inspiration und Exspiration,die relative Blutdruckhöhe mit der Amplitude, die Pulsfrequenz, ferner bei den Stenoseversuchen auch die Stärke der Stenose berechnet und die elektrokardiographischen Unterschiede zwischen den Filmen während der beiden Atmungsarten beachtet. Die gefundenen Werte wurden in ein Koordinatensystem eingetragen, wobei auf der Abszisse die zeitlichen Werte des In- und Exspiriums und auf der Ordinate die gefundenen Blutdruckwerte und die Pulsfrequenzen markiert wurden. Dann wurden verschiedene Atemzüge von nahezu gleicher Frequenz und gleichem Volumen bei ein und demselben Patienten in einem Schema übereinander projiziert und die Blutdruck- und Pulsfrequenzwerte entsprechend ihrer Lage zur Atemphase eingetragen.

Hierbei ergab es sich, daß ein bei jedem Atemzug wiederkehrender, fester Zusammenhang zwischen dem Grad der Atemphase des Inspiriums bzw. Exspiriums und der Blutdruckhöhe wie auch der respiratorischen Arrhythmie bzw. Pulsfrequenz bestand. Bei Stenoseatmung fanden im E.K.G. keinerlei Veränderungen gegenüber der normalen Atmung statt.

Wenn wir aus den zeitlich zusammenfallenden Blutdruck- und Pulsfrequenzwerten der einzelnen Atemzüge Mittelwerte nehmen, so ergeben diese bei jeder Versuchsperson sinusähnliche Kurven, die sich nur durch ihre verschiedenen Lagen zur Atemphase unterscheiden. Zwischen Versuchen in normaler Atmung und in Stenoseatmung besteht dabei kein Unterschied. Abb.2 zeigt ein Schema dieser erhaltenen Mittelwertkurven.

Wir konnten feststellen, daß in Ruheatmung die höchsten Pulsfrequenzwerte bei insgesamt 16 Versuchspersonen in 12 Fällen in der ersten Hälfte des Exspiriums und in 3 Fällen in der zweiten Hälfte des Exspiriums zu finden waren, während in einem Falle überhaupt keine respiratorische Arrhythmie beobachtet wurde. In 13 dieser 16 Fälle wurde die respiratorische Arrhythmie ausserdem in

kurzdauernder Stenoseatmung registriert. Es trat keinerlei Veränderung gegenüber der Normalatmung ein.

Hengstmanns Versuche wurden somit von uns bestätigt. Die Herzfrequenz scheint von den intrapulmonalen Druckschwankungen auch bei kurzdauernden Stenosen weitgehendst unabhängig zu sein.

Anders verhält es sich mit dem Blutdruck. Bei 17 Versuchspersonen, von denen 11 neben normaler Atmung auch noch in Stenoseatmung untersucht wurden, insgesamt also bei 28 Einzeluntersuchungen, fanden wir in völliger Uebereinstimmung die fortlaufend gemessenen systolischen Blutdruckwerte in Form einer sinusähnlichen Kurve angeordnet mit dem Minimum zu Beginn des letzten Viertels des Inspiriums und dem Maximum entsprechend zu Beginn des letzten Viertels des Exspiriums. Zwischen den Versuchen in Normal- und Stenoseatmung ist auch hier wieder keinerlei Unterschied festzustellen.

Ueber die absolute Höhe der bestehenden respiratorischen Blutdruckschwankungen können wir, da es sich ja bei unseren Versuchen - wie schon oben erwähnt - nur um Vergleichswerte handelt, nichts Sicheres aussagen. Immerhin glauben wir auf Grund unserer Untersuchungen sagen zu dürfen, daß die regelmäßig auftretenden kleinen Blutdruckschwankungen vorwiegend auf Veränderungen, die durch die Atmung bedingt sind, beruhen dürften. Wieweit dabei diese Schwankungen von der respiratorischen Arrhythmie abhängig sind oder wieweit die respiratorische Arrhythmie erst auf nervösem Wege auf Grund von Druckveränderungen in den Gefässen zustande kommt, läßt sich durch die angestellten Versuche nicht sicher entscheiden.

Zum Schluß sei noch auf 6 kurze Valsalva'sche Versuche hingewiesen. Hier zeigte sich deutlich beim Pressen in tiefer Inspiration eine während des künstlich gesteigerten intrapulmonalen Druckes konstant bleibende Blutdruckerhöhung und ein sofortiger Abfall nach Beendigung des Versuches.

Zusammenfassung.

1. Unter gleichzeitiger Kontrolle von Atmung und Herztätigkeit wurde bei einer Versuchsreihe von 20 Männern eine fortlaufende, unblutige Blutdruckmessung mit dem Fingerplethysmographen nach v. Bonsdorff in Ruheat-

mung und kurzdauernder Stenoseatmung durchgeführt.

2. Das Maximum der respiratorisch-arrhythmischen Pulszeiten fiel bei 12 Versuchspersonen in die erste Hälfte, bei 3 Personen in die zweite Hälfte des Inspiriums. In einem Falle wurde überhaupt keine respiratorische Arrhythmie beobachtet.

3. In 28 Einzeluntersuchungen, davon 17 in Ruheatmung und 11 in Stenoseatmung, zeigte sich eine völlige Uebereinstimmung der respiratorischen Schwankungen des systolischen Blutdruckes, wobei die höchsten Werte im letzten Drittel des Exspiriums lagen.

4. Zwischen Ruheatmung und kurzer Stenoseatmung zeigte sich sowohl hinsichtlich der respiratorischen Arrhythmie als auch hinsichtlich der Blutdruckveränderungen keinerlei Unterschied.

5. Auf Grund der vorgenommenen Versuche konnten ursächliche Faktoren für Beziehungen zwischen respiratorischer Arrhythmie und Blutdruckveränderungen nicht mit Sicherheit eruiert werden.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Prof. Dr. H.H. Berg für die freundliche Uebernahme und Herrn Prof. Dr. A.J. Anthony für die Stellung des Themas und die gegebenen Anregungen herzlich zu danken.

Literaturverzeichnis.

Anthony und Hansen. Zeitschr.f.Gebh.u.Gyn.1934.Bd. 110 Schlag-und Minutenvolumen des Herzens am Ende der Schwangerschaft und nach der Entbindung.

Anthony. Beitr.z.Klin.d.Tub. Zur Frage der Stenoseatmung. Bd. 70,3.

Anthony. Beitr.z.Klin.d.Tub.Bd.67. Zur Methode der Spirometrie.

Anthony. Arch.f.exp.Path.u.Pharm.169.5. Methodisches zur Registrierung der Atmung.

Brömser und Ranke. Z.f.Biologie 1930. Ueber die Messung des Schlagvolumens auf unblutigem Wege.

Dressler. Klinische Elektrographie.kardio.

Frank.O. Tigerstedts Handbuch für physiolog.Method. Spezielle hämodynamische Methodik.

Hengstmann. Beiträge zur Klin.d.Tuberkulose Bd.84. Die Abhängigkeit der Herzfrequenz von intrapulmonalen Druckschwankungen.

Herbst. Verhandlg.d.dtsch.Ges.f.Kreislaufforschung.1935.

Hermannsen. Beiträge z.Klin.d.Tuberkulose.90.1-2.Untersuchungen über die maximale Ventilationsgrösse. (Atemgrenzwert).

Jansen,Knipping,Stromberger. Beiträge z.Klin.d.Tuberk. Bd.79.1.Klinische Untersuchungen über Atmung und Blutgase.

Klüver.Dissertation. Hamburg 1934. Die Abhängigkeit der Herzfrequenz von der Tiefe der Atmung.

Knipping,Lewis,Moncrieff. Beiträge z.Klin.d.Tuberkulose. Bd.80.3. Ueber die Dyspnoe.

Lauber.Ergebnisse der Inneren Med.und Kinderheilkunde. Bd.44. Über arterielle Blutströmung in normalem und krankhaften Zustand.

Lippelt.H. Dissertation.Hamburg.1932.Einfluß der Stenoseatmung auf Lungenventilation und Lungenvolumina beim Gesunden.

Loos.W.Dissertation.Hamburg.1936. Über Beziehungen zwischen Pulswellengeschwindigkeit und Blutdruck.

Recklinghausen. Neue Wege der Blutdruckmessung.Berlin 1931.

Wenkebach. Die unregelmäßige Herztätigkeit.Leipzig.1927.

L e b e n s l a u f

Am 1. März 1909 wurde ich, Wolfgang W a h l , Sohn des Direktors der Staats-und Universitätsbibliothek Hamburg Prof. Dr. Gustav Wahl in Frankfurt a.M. geboren . Ich besuchte die Vorschule und das humanistische Gymnasium (Johanneum) in Hamburg und Regensburg. Ostern 1929 bestand ich die Reifeprüfung im Neuen Gymnasium Regensburg. Ich studierte an den Universitäten Freiburg i.Br., Königsberg und Hamburg, wo ich am 6. Juni 1935 das me - dizinische Staatsexamen mit gut bestand. Nach je einer halbjährigen Praktikantenzeit an der I. Med. Klinik und an der I. Chirurg. Klinik des Universitäts-Krankenhauses Eppendorf-Hamburg erhielt ich daselbst am 1. Juli 1936 meine Approbation. Hiernach war ich als besoldeter Vol.-Assistent an der I. Med. Univ. Klinik Hamburg bei Herrn Prof. Berg tätig. Nachdem diese Stelle nach einem halben Jahr erloschen war, arbeitete ich ein Vierteljahr als Landarztassistent, um in der nächsten Woche vorü - bergehend mit einer Schiffsarzttätigkeit zu beginnen.